

Semestre 6
Filière SMC

Sujet des examen

Clubnajah2013@gmail.com
www.clubnajah.blogspot.com
www.facebook.com/succes.club

Année universitaire : 2014/2015

Examen (Session de Janvier)

SMC₅

METHODES DE SYNTHÈSE DES MATERIAUX INORGANIKES

On se propose de préparer les matériaux MgTiO_3 et MgFeTiO_4 sous forme de poudres par voie céramique, Coprécipitation et sol gel.

- 1) Quels sont les précurseurs choisis pour chaque méthode de synthèse, Quelles sont les précautions à prendre lors du choix des précurseurs de départ ?
- 2) Ecrire les réactions de synthèse des poudres MgTiO_3 et MgFeTiO_4 suivant les différentes voies de synthèse.
- 3) Décrivez, pour chaque méthode, les démarches à suivre pour préparer les trois poudres.
- 4) Comparer les températures de formation des produits MgTiO_3 et MgFeTiO_4 selon chaque méthode et expliquer pourquoi?
- 5) Quelle est l'atmosphère dans laquelle il faudrait chauffer pour obtenir les solides MgTiO_3 et MgFeTiO_4 , Expliquer pourquoi?
- 6) Expliquer comment peut-on prédire le protocole thermique sachant que l'eau et le dioxyde de carbone supposés dégagés successivement à 100°C et 500°C .
- 7) Tracez alors le protocole thermique en expliquant chaque étape.
- 8) Comparer la morphologie de ces poudres obtenues suivant les différentes voies de synthèse en donnant des explications.
- 9) Comparer leurs histogrammes en discutant la différence.
- 10) Comparer les surfaces spécifiques, les diffractogrammes des RX de ces poudres.
- 11) Définir ce que c'est le frittage et comparer alors les températures de frittages des poudres préparées en expliquant pourquoi?
- 12) Comparer les densités et les porosités de ces poudres.
- 13) Schématiser la structure de MgTiO_3 et MgFeTiO_4 .
- 14) Définir ce que c'est les propriétés physiques qui en découle et expliquer pourquoi et dans quels cas ?
- 15) Donner la corrélation entre la qualité de la poudre et les performances des propriétés physiques.

UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI
FAUCLTE DES SCIENCES
EL JADIDA
Département de Chimie

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.EL JADIDA
LE PRÉSIDENT

SMC6

MODULE DE CHIMIE MINERALE

Examen de : « industrie des phosphates »

1°) Soit un minéral phosphaté qui contient 30 % de P_2O_5 , 13% d'humidité et 6% de CO_2 .

- a) Quels sont les traitements que doit subir ce minéral ?
- b) Quel est le pourcentage de P_2O_5 après traitement ?

2°) Le sulfate d'ammonium est préparé en neutralisant l'acide sulfurique par l'ammoniaque. Il peut être aussi préparé par réaction entre le gypse, l'ammoniaque et le gaz carbonique. Ecrire l'équation de la réaction dans chaque cas.

3°) On prépare un engrais complet en mélangeant une mole de $CaHPO_4$ et n moles KNO_3 . sachant que la teneur en azote est égale à 8,28%, Calculer n. Déduire la formule NPK de l'engrais.

4°) Le phosphate $NaCu_2P_3O_{10}$ est préparé à partir de Na_2CO_3 , CuO et $(NH_4)_2HPO_4$. Ecrire l'équation de la réaction. Donner la représentation de Lewis de l'anion phosphaté.

5°) Le phosphogypse est éliminé à la fin de la réaction de production de l'acide phosphorique à partir du fluoroapatite attaqué par l'acide sulfurique.

- a) Pourquoi au Maroc le phosphogypse est rejeté en mer alors que pour les autres pays, il est stocké à terre ?
- b) Quelles sont les conditions pour stocker le phosphogypse à terre ?

6°) Le phosphogypse contient les éléments P et S. Quels sont les effets de ces deux éléments sur le milieu marin ?

7°) a) Ecrire les équations des réactions de formation des quatre phases du ciment.

b) Sachant que $n(A)$ est supérieur à $n(F)$, calculer le nombre de mole de chaque phase du clinker en fonction des nombres de moles des oxydes de départ.

c) Déduire le pourcentage massique des phases C_4AF et C_3A en fonction de ceux des oxydes de départ.

8°) En utilisant la nomenclature du ciment, donner la formule simplifiée des phases $Al(OH)_3$, Ca_2AlFeO_5 et $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

MM (g) : H : 1 ; N : 14 ; O : 16 ; F : 19 ; K : 39 ; P : 31 ; S : 32 ; Ca : 40

EPREUVE DE « METAUX ET CERAMIQUES »
(Durée : 1h30)

EXERCICE I:

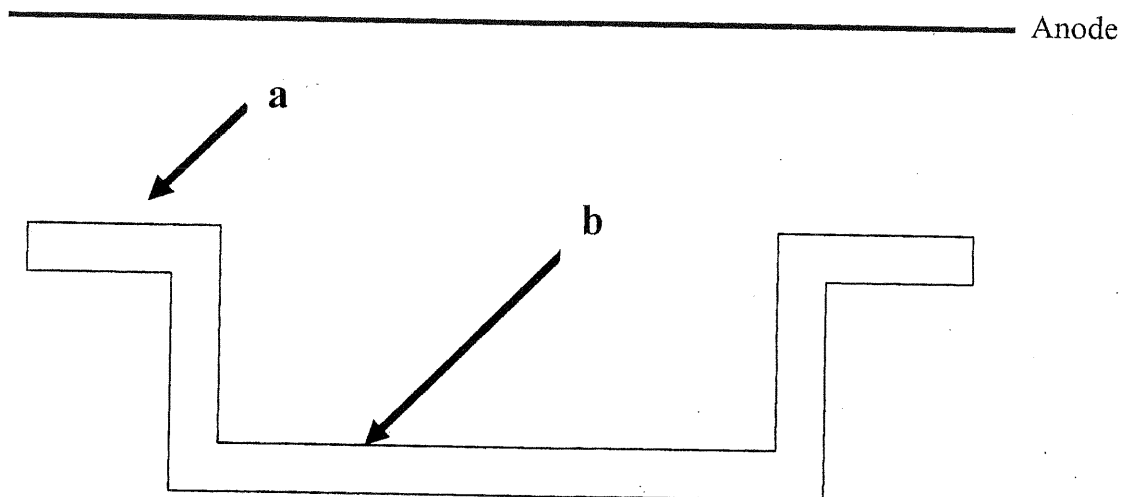
Expliquer les procédés utilisés pour obtenir de l'acier à partir de la fonte (Procédés Bessemer et Thomas, Procédé Martin).

EXERCICE II :

Donnée : $E(\text{Cu}) = 0,25 \text{ V}$ et $E(\text{Fe}) = 0,12 \text{ V}$

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

- 1- On considère une plaque de Cu et une plaque de Fe qui plongent dans une solution de ($\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$). Ecrire les réactions qui se passent à la cathode et à l'anode.
- 2- La solution ($\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$) est remplacée par une solution ($\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$) et on impose une densité de courant de 5 A/cm^2 . Ecrire les réactions qui se passent à la cathode et à l'anode.
- 3- Dans une société de galvanoplastie, on veut protéger la pièce en acier, ci-dessous, par un revêtement en Nickel.



- a) Expliquer c'est quoi un dépôt mat et un dépôt brillant. Lequel convient en galvanoplastie ? Justifier votre réponse.
- b) La masse du revêtement déposée sur la partie « a » est 10 g, celle sur « b » est 6 g. Calculer le pouvoir de répartition du bain.

EXERCICE III :

Dans un bain d'électrodéposition de Cu on fait passer un courant de 10 Ampère pendant 15 minutes. Il y a un gaz qui se produit à la cathode pendant le processus. Nous trouvons 200 ml de ce gaz à conditions standard. L'électrode a une surface de $10 \times 10 \text{ cm}^2$.

Données :

- Masse molaire de Cu est $63,5 \text{ g.mol}^{-1}$
- Densité du Cu : $8,9 \text{ g/cm}^3$.
- Constante de Faraday $F = 96485 \text{ C}$
- Dans les conditions standards une mole de gaz occupe un volume de 22,4 litres

- 1- Ecrire les réactions qui se passent à la cathode.
- 2- Calculer le nombre de moles équivalent d'électrons passé dans l'électrolyse.
- 3- Calculer le nombre de moles de gaz produits.
- 4- En déduire le nombre de moles de Cuivre produits.
- 5- Quel est l'épaisseur du Cuivre que nous avons déposé sur l'électrode.

Module : « catalyse et environnement »
Partie : Caractérisation, traitement des eaux,...
EXAMEN : Session Normale

Nom et Prénom :

EXERCICE I

1-Quelles sont les conditions pour le choix d'un point de prélèvement d'échantillon pour analyse.

.....
.....
.....

2-En cas de rejet des eaux usées dans une rivière, donner 3 impacts majeurs engendrés par la pollution particulaire, la pollution organique et les métaux lourds.

.....
.....
.....
.....

EXERCICE II

Les analyses de la pollution physicochimique d'un rejet industriel sont comme suit :

pH	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	NTK (mg/l)	P (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Q m ³ /j
9	?	4000	100	??	40	100

La DCO de ces eaux peut être estimée par la relation $DCO = DBO_5 / 0.95$ sauf pour les substances organiques non biodégradables. Un traitement biologique de ces eaux se fait avec un rendement d'épuration, qui réduit la DBO₅ de 95% et la DCO de 85%. La constante cinétique de biodégradation est $K_{10} = 0.2 \text{ j}^{-1}$.

1- Calculer les concentrations de la DCO et la DBO_{ultime} de ce rejet

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

CLUB NAJAH
UCD.FS. EL JADIDA
LE PRÉSIDENT

T. S. V. P

2- Discuter la biodégradabilité de ce rejet. Justifier.

.....

.....

.....

3- Calculer en équivalent habitant la charge polluante de ce rejet.

.....

.....

.....

4- Calculer la DCO et la DBO_{ultime} des eaux traitées.

.....

.....

.....

5- Donner la valeur du rapport $DBO_5/N/P$ pour avoir un bon équilibre nutritionnel

.....

.....

6- en déduire les concentrations de phosphore pour lesquelles le rendement du traitement biologique de ces eaux est efficace.

.....

.....

.....

7- Proposer un schéma simplifié d'une station d'épuration de ces eaux usées en indiquant les étapes essentielles de traitement.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

On donne :

- Ratios de pollution ou charge équivalente en g/équivalent.hab.j: $DCO=100$, $DBO_5=54$, $P=4$, $MES=90$
- Volume rejeté 50 l/hab.j
- Volume du bassin d'aération par équivalent-habitant (eqh) : environ 0,2 m³

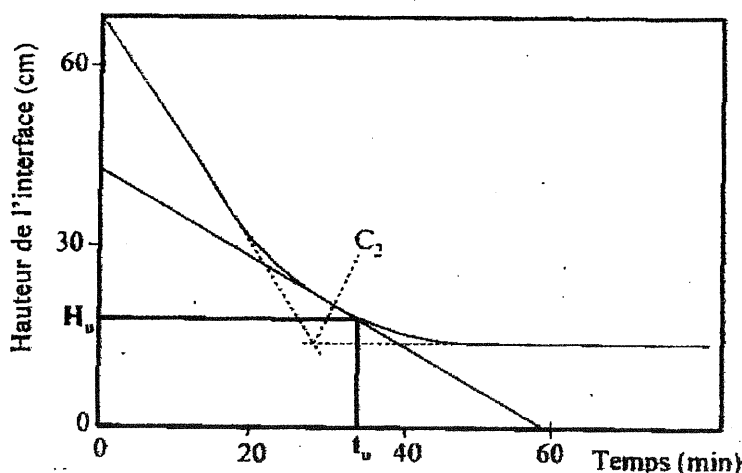


Nom et Prénom : C.N.E :

Examen de Génie de l'Environnement « Techniques de Traitement des Eaux » - SMC₆

Exercice I :

1- On cherche à calculer les dimensions d'un bassin de décantation pour les boues activées dont C_0 est de 4000 mg/L. Quelle sera la surface de décantation permettant d'obtenir un débit de 380 m³/j et une concentration désirée C_u de 12000 mg/L (en soutirage)? Ci-dessous la courbe de Kynch qui présente l'évolution de l'interface eau/boue au cours du temps lors d'une décantation en piston (freinée).
Donnée : $H_0 = 0,60$ m.



*CLUB NAJAH+
UCD-FS-ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

2- Trouver la vitesse d'affaissement de l'interface eau - boue.

3- Calculer la charge massique et la charge hydraulique.

Exercice II :

La quantité de matière en suspension (MES) retenue par un filtre à sable est 3 Kg/m^3 . Calculer la capacité de rétention de ce filtre.

Données : Volume vide disponible = 25 %
 Porosité = 45 %

Surface du filtre $S = 40 \text{ m}^2$
Hauteur du filtre $h = 1,2 \text{ m}$

Exercice III :

1- Quelles sont les réactions qui se produisent lors de l'introduction du chlore dans l'eau pure?

2- Quelles sont les deux formes qui cohabitent en solution après introduction du chlore dans l'eau ?
Quelle est la forme la plus désinfectante ?

3- La méthode de dosage du chlore normée NF T 90-037 se réalise grâce à la N, N diéthylphénylène – 1,4 diamine (DPD), qui donne à pH 6,3 une coloration rouge dosable par volumétrie. La solution dosante est le sel de MOHR $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ de titre $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ moles.L}^{-1}$.
Ecrire l'équation du dosage décrivant la réaction entre l'oxydant et le réducteur et calculer la concentration en mmoles.L^{-1} et mg.L^{-1} de chlore.

Données : Prise d'essai = 100 mL ; Chute burette = 15 mL
 $E_0(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = + 1,4 \text{ V}$; $E_0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = + 0,77 \text{ V}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

EXAMEN

Module : Génie des Procédés et de l'Environnement (G.P.E)

Elément de Module : Génie de l'Environnement – SMC6

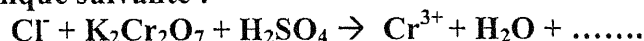
(Durée : 1 h30 min)

N.B : Les deux parties doivent être rédigées sur des copies séparées

Partie I: Méthodes analytiques de caractérisation des Eaux usées (45 min)

Exercice I :

Soit la réaction chimique suivante :



1- Equilibrer cette réaction

2- Expliquer pourquoi cette réaction peut fausser une mesure de DCO? Comment on l'évite ?

Exercice II :

Une commune urbaine rejette des eaux usées dans un canal de drainage à ciel ouvert avec un débit de $10000 \text{ m}^3/\text{j}$. Les analyses des indicateurs physicochimiques de pollution donnent :

pH	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	PO_4^{3-} (mg/l)	NTK (mg/l)
8.2	200	500	10	60

Un traitement biologique de ces eaux se fait avec un rendement d'épuration, qui réduit la DBO_5 de 90% et la DCO de 80%.

1- Calculer le flux de pollution biodégradable de ce rejet.

2- Quelle est la charge polluante ou flux de pollution non biodégradable de ce rejet ?

3- Calculer la constante cinétique de biodégradation de la matière organique de cette eau sachant que :

$$- \text{DBO}_3 = 160 \text{ mg/l}$$

$$- \text{DBO}_6 = 220 \text{ mg/l}$$

4- Calculer les valeurs de la DBO_5 et de la $\text{DBO}_{\text{ultime}}$.

5- Les matières organiques contenues dans ce rejet sont elles biodégradables, justifier votre réponse.

6- Quelles sont les concentrations optimales de phosphore et d'azote pour lesquelles le rendement du traitement biologique de ces eaux est efficace ?

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

Partie II : Techniques de Traitement des Eaux (45 min)

Exercice I :

- 1- Quelles sont les réactions qui se produisent lors de l'introduction du chlore dans l'eau ?
- 2- Quelles sont les deux formes qui cohabitent en solution après introduction du chlore dans l'eau ? Quelle est la forme la plus désinfectante ?
- 3- Etablir la relation entre le pourcentage d'acide hypochloreux, d'ions chlorites et le pH.
- 4- Calculer le pourcentage d'acide hypochloreux pour les valeurs de pH 4 et 11.
On donne K_a (Acide hypochloreux/ions chlorites) = $2,3 \cdot 10^{-8}$.

Exercice II :

L'adsorption d'un polluant sur du charbon actif est étudiée. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Concentration résiduelle à l'équilibre C_e ($\mu\text{mol/L}$)	5	8,33	11,62	14,94	44	70,55	80,50	137,80	151,06
Γ ($\mu\text{mol/mg}$)	80	108,8	128	137,2	192	210	213,3	249	252,6

En utilisant l'équation de Langmuir, déterminer :

- 1- La constante d'adsorption K .
- 2- La capacité maximale d'adsorption du charbon actif Γ^∞ .

Exercice III :

La quantité de matière en suspension (MES) retenue par un filtre à sable est 3 Kg/m^3 .
Calculer la capacité de rétention de ce filtre.

Données :
Volume vide disponible = 25 %
Porosité = 45 %
Surface du filtre $S = 40 \text{ m}^2$
Hauteur du filtre $h = 1,2 \text{ m}$

Examen (session normale)

Elément de module: Substances Naturelles (intérêt et applications)

Durée 1h 30 mn

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

I- Les terpénoïdes

- 1- Définir exactement les terpénoïdes. Préciser leur rôle chez l'organisme producteur.
- 2- Définir une huile essentielle (préciser les groupes de composés qu'elle peut contenir).
- 3- Citer au moins trois techniques d'extraction d'une huile essentielle.
- 4- Citer quatre secteurs industriels consommateurs d'huiles essentielles.
- 5- Citer deux exemples de plantes contenant des huiles essentielles, préciser pour chaque plante la (ou les) partie(s) qui contien(nent) les huiles essentielles.

II- Propriétés des acides aminés et des protéines

Parmi les propositions suivantes, indiquer celle(s) qui est(sont) exacte(s), justifier à chaque fois votre réponse :

- 1- Tous les acides aminés sont des métabolites secondaires.
- 2- Les peptides renferment au moins 100 acides aminés.
- 3- Les acides aminés naturels sont au nombre de 28.
- 4- L'alanine est un acide α -aminé protéique.
- 5- Tous les acides aminés présents dans les protéines possèdent au moins un carbone asymétrique.
- 6- Lorsqu'un acide aminé est dissout dans l'eau, le pH de la solution est égal au point isoionique pI.

(Voir verso)

III- La charge électrique des acides aminés

On étudie par électrophorèse 3 acides aminés (A, B et C).

1- Définir et expliquer le principe de cette technique. Quand on dépose l'acide aminé A en solution à pH 6 sur une feuille de papier filtre imbibée du tampon à pH 6 et que l'on place la feuille dans un champ électrique, l'acide aminé A ne se déplace pas. Quand la même opération est faite, dans les mêmes conditions expérimentales - (c'est à dire à pH 6) - avec l'acide aminé B, l'acide aminé B se déplace sur la feuille de papier en direction du pôle -. L'acide aminé C soumis au même traitement se déplace vers le pôle +.

2- Expliquer pourquoi les 3 acides aminés se comportent de cette manière.

L'analyse élémentaire de l'un des trois acides aminés a fourni les résultats suivants : Masse molaire (75) ; %N (18,67) ; %C (32) ; %O (42,66) ; %H (6,67).

3- Proposer une formule brute pour cet acide aminé, et écrire sa formule semi développée.

4- De quel acide aminé s'agit-il, A, B ou C ? Justifier votre réponse.

5- Définir et donner le pHi de cet acide aminé.

6- Ecrire la formule du ou (des) dipeptide(s) constitué(s) par l'enchaînement de cet acide aminé et de l'alanine.

IV-Synthèse de la phénylalanine

1- Le malonate de diéthyle E conduit au composé F par action du dibrome en présence de phosphore rouge. Donner la formule semi développée de F. Justifier son obtention.

2- Par action du phtalimide de potassium sur F on obtient G. Donner la formule de G.

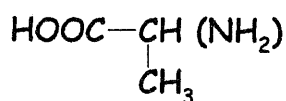
3- Par action successive de l'éthanolate de sodium puis du bromure de benzyle sur G on obtient H. Donner la formule de H et préciser le mécanisme de la réaction.

4- L'hydrolyse à chaud de H conduit notamment à un composé I de formule moléculaire $C_{10}H_{11}O_4N$. Donner la formule de I.

5- Indiquer comment obtenir la phénylalanine à partir de I.

6- Combien la phénylalanine présente-t-elle de stéréo-isomères ? Représenter dans l'espace et selon Fisher la L-phénylalanine. Quelle est sa configuration ?

Donnée :



Alanine

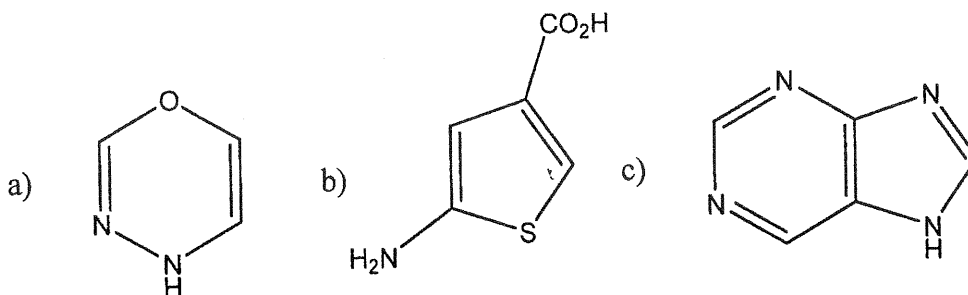
Niveau : SMCS6
Option – Chimie Organique -

Examen de Chimie Hétérocyclique
(Durée : 1H30)

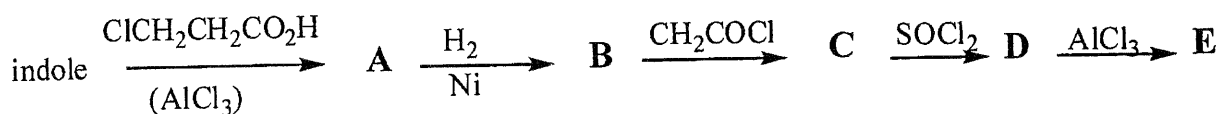
I- Question de cours
Etablir la synthèse de l'indole selon la méthode de Reissert

II- Donner la structure des composés suivants :
a) 5-méthyl-1,4-diazine-2-carboxylate d'isopropyle
b) 2H-1,3,5-dioxazole
c) Acide 1-méthyl-3-chloroazole-2-carboxylique

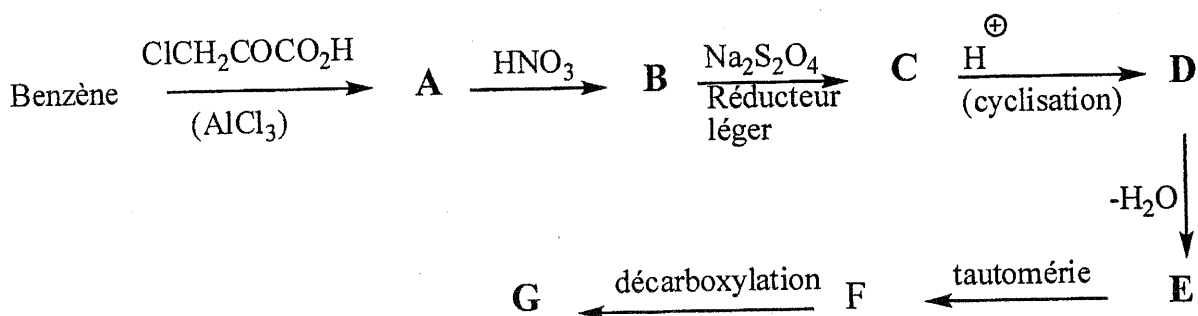
III- Donner les noms systématiques des composés suivants



IV- Compléter les réactions suivantes :



V- Donner les produits des réactions suivantes :



SESSION DE RATTRAPAGE

EPREUVE DE CATALYSE

(Durée : 45 mn)

I/ Donnez brièvement les différentes réactions utilisées en catalyse homogène
(Noms, schémas réactionnels, caractéristiques)

II/ La quantité d'hydrogène chimisorbé à température ambiante sur un catalyseur
1.26 % Pt/Al₂O₃ (% massique) est de 16.24 μmol. g⁻¹.

- 1) En déduire la dispersion du platine (On prendra $H/Pt_s = 1$).
- 2) En supposant que la surface molaire de platine est de 50600 m²/mole et que les particules sont cubiques, calculer l'aire métallique A_m (m²/g) et la taille moyenne des particules d (en nm).

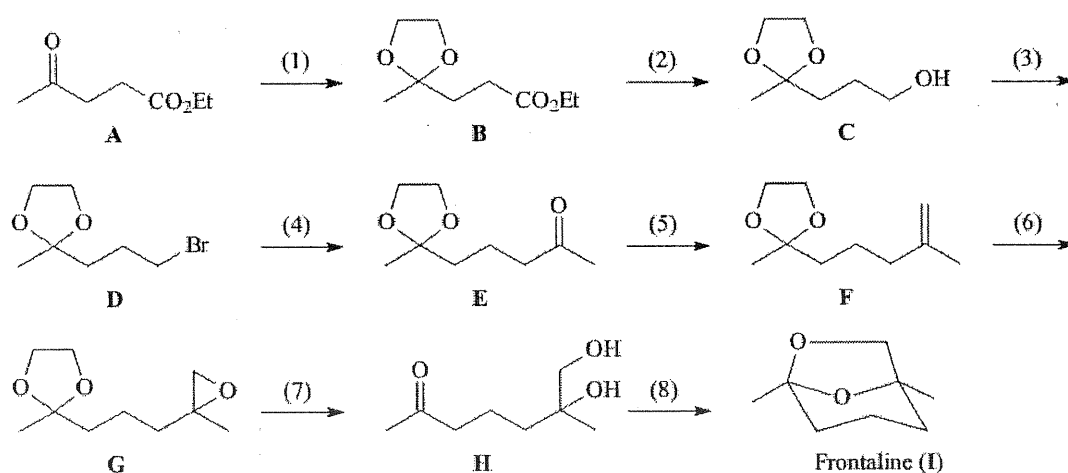
$$M(\text{Pt}) = 195.1 \text{ g. mol}^{-1}, \quad \rho_{\text{Pt}} = 21.4 \text{ g. cm}^{-3}$$

CLUB NAJAH
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

SMC (S5)

Examen : Synthèse organique (1h30)

Exercice 1 : La **frontaline (I)**, dont la synthèse est représentée ci-dessous, est une phéromone sécrétée par un scarabée.

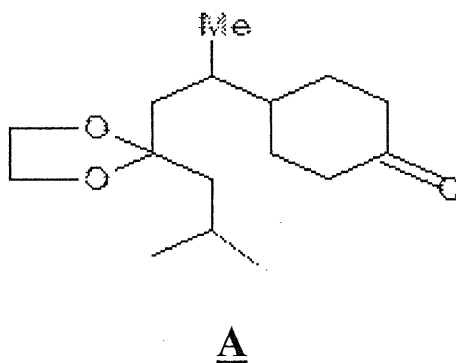


1- Indiquer, pour chaque étape, les réactifs nécessaires.

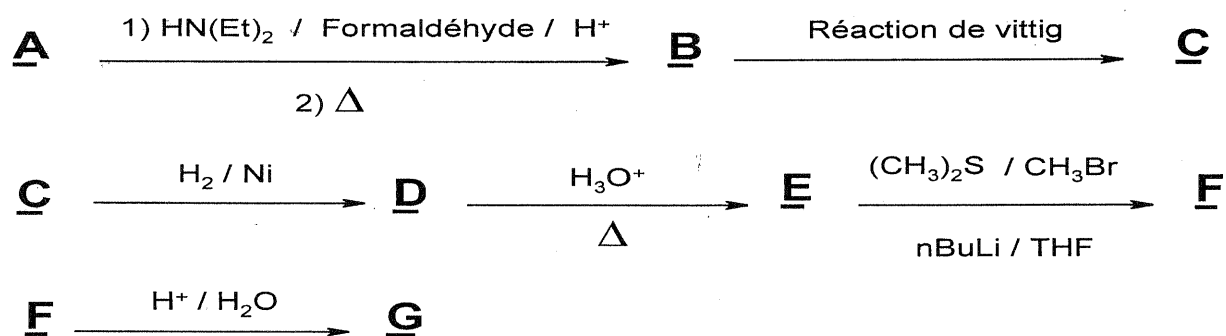
2- Détailler le mécanisme de l'étape (8).

3- Pourquoi est-il nécessaire de protéger la fonction cétone (sous forme d'acétal) ?

Exercice 2 : Les étapes ci-dessous permettent de transformer le composé **A** en composé **G**.



+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT



1- Indiquer la structure des composés B, C, D, E, F et G.

2- Détailler les mécanismes des étapes A→B et E→F et donner les noms des réactions correspondantes.

Bon courage

UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI
FACULTE DES SCIENCES
EL JADIDA

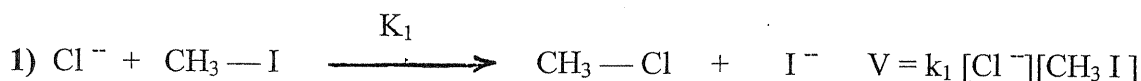
+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRESIDENT

Niveau : SMC 5

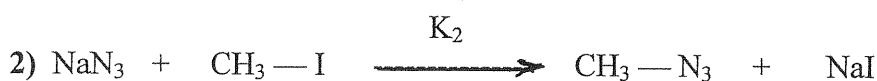
Examen de chimie organique
Epreuve : mécanismes réactionnels
(Durée : 1H 30)

Exercice I

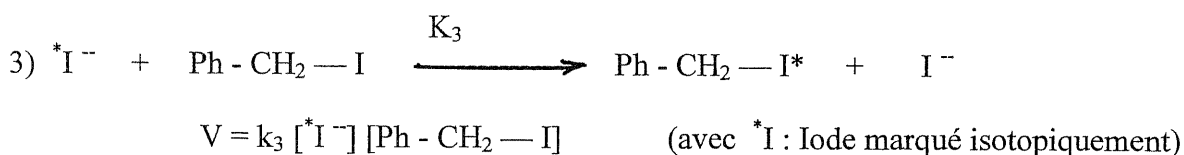
Interpréter le plus complètement possible les effets de solvant constatés sur les réactions ci-dessous. On discutera surtout de l'effet de solvation spécifique.



La réaction est 100.000 fois plus rapide dans le diméthylformamide (DMF) que dans le formamide.



La réaction est 100.000 fois plus rapide dans le DMF que dans le méthanol.



- Si l'on ajoute 10% de CCl_4 à l'acétone, la vitesse de la réaction ne varie pratiquement pas.
- Si l'on ajoute à l'acétone 10% d'un solvant protique, la vitesse de la réaction est abaissée deux fois dans le cas de H_2O , trois fois dans le cas de l'éthanol et dix fois dans le cas du phénol.

Exercice II

Une mole de buta-1,3-diène est traitée par une mole de HBr. Il se forme deux composés **A** et **B** de masse moléculaire $M = 135 \text{ g/mole}$. Un examen rapide des spectres de RMN ^1H montre que **A** possède, entre autres, trois protons vinyliques alors que **B** n'a que deux.

TPSVP

- 1) Donner les structures de A et B ainsi que le mécanisme de leur formation. On précisera la nature de l'intermédiaire commun à la formation de A et B.
- 2) On constate expérimentalement que la proportion relative des composés A et B dépend des conditions réactionnelles :
 - le composé A est le produit majoritaire lorsque la réaction est menée dans des conditions ordinaires ou avec un léger chauffage.
 - Par contre, lorsque la réaction est menée à basse température c'est le composé B qui devient majoritaire.

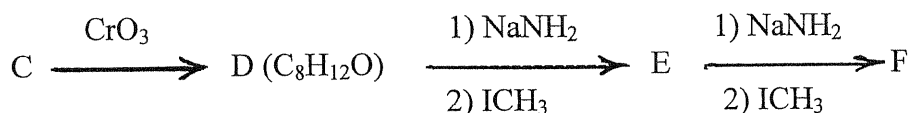
En déduire le déroulement énergétique de la réaction sur un diagramme où l'on montrera la compétition entre la formation de A et de B.

On opère alors la réaction précédente dans des conditions opératoires telles que l'on assure un contrôle cinétique de la réaction. Que signifie cette expression et quels en sont les résultats ?

Exercice III

Le 2- méthyl bicyclo [2.2.1] heptan-2-ol peut se réarranger, par traitement acide, en trois produits différents selon une transposition de Wagner – Merveen. Ecrire les trois produits obtenus A, B et C en explicitant le mécanisme de leur formation.

Le plus probable de ces trois produits est un composé bicyclique comprenant un cycle à 6 et un cycle à 5 chaînons. Ce produit désigné par C est ensuite traité comme suit :

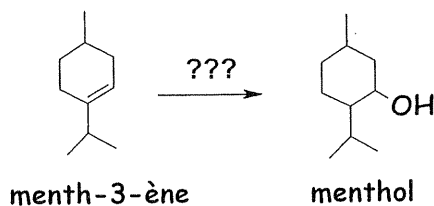


- Donner les structures des produits C, D, E et F.
- Que donnera le traitement de F par le diazométhane ?

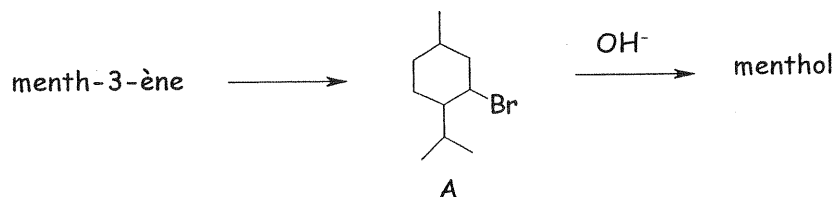
Examen
Substances Naturelles
1h 30mn

I- Synthèse du Menthol (5 pts)

On souhaite synthétiser le menthol à partir du menth-3-ène :



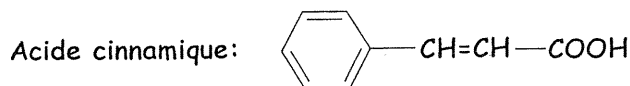
1. Rappeler la réaction d'hydratation des alcènes ; montrer que l'on ne peut pas *a priori* obtenir le menthol avec un bon rendement à partir du menth-3-ène en effectuant une réaction d'hydratation.
2. Une stratégie consisterait alors à transformer d'abord le menth-3-ène en 1-bromo-2-isopropyl-5-méthylcyclohexane A puis de substituer l'atome de brome par un groupe hydroxyle afin d'obtenir le menthol :



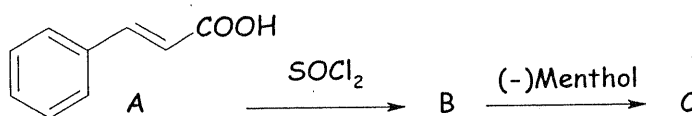
- a) Quelles sont les conditions opératoires pour la réaction de formation de A ?
 - b) Justifier la régiosélectivité de la réaction en écrivant et en expliquant le mécanisme réactionnel; La réaction est-elle stéréosélective ?
3. Proposer un mécanisme réactionnel pour la réaction du passage de A au menthol.

II-Synthèse d'un acide aminé (10 pts)

1. Combien existe-t-il de stéréoisomères de l'acide cinnamique ? Dessiner les et nommer les.



2. Quelle relation de stéréochimie relie ces acides cinnamiques ?
3. Le composé A est traité selon la séquence de réactions suivantes :

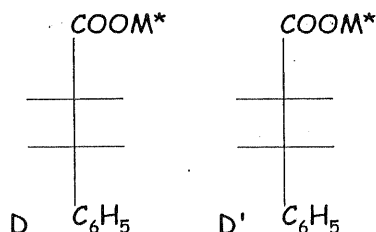


Donner la structure de B et C.

4. Dénombrer les carbones asymétriques du (-) menthol et donner leur configuration absolue.
 5. Le composé C obtenu en question 3, est traité par le brome pour conduire à deux produits D et D' :



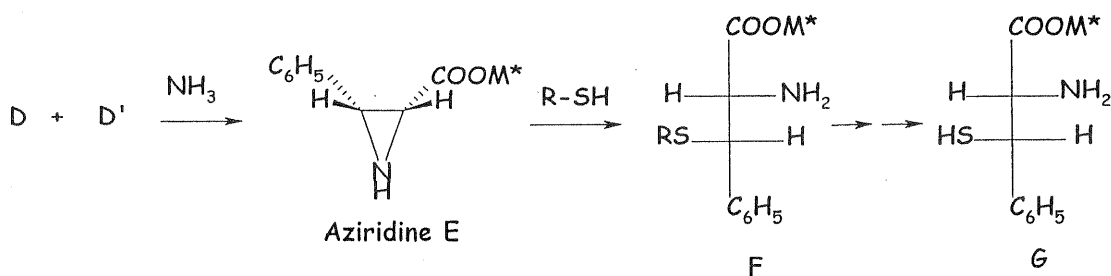
- a) Donner la structure de D et D' en projection de Fischer. Le groupement (-) menthyle est représenté par M* et le groupement phényle par C₆H₅ :



- b) Ces composés D et D' sont-ils : conformères, énantiomères, diastéréoisomères ou identiques ?

6. Donner le mécanisme de formation de D et D'.

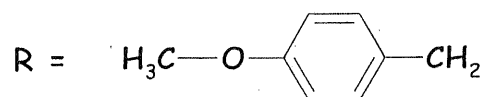
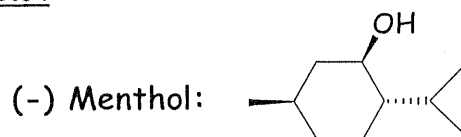
7. En traitant le mélange D + D' par l'ammoniac puis en séparant les produits obtenus, on obtient l'aziridine E. Ce composé est alors traité par un thiol pour conduire à F. F est transformé en plusieurs étapes en G, un analogue de la cystéine :



- a) Proposer un mécanisme pour obtenir E (à partir de D ou D')
 b) Proposer un mécanisme pour la transformation de E en F qui explique la stéréochimie de la réaction. On s'inspirera de l'ouverture d'époxydes en milieu basique. A quel type de mécanisme a-t-on affaire ici ? Quelle est la conséquence de ce mécanisme du point de vue de la stéréochimie ?

8. À quelle série appartient l'acide aminé G ?

Données :



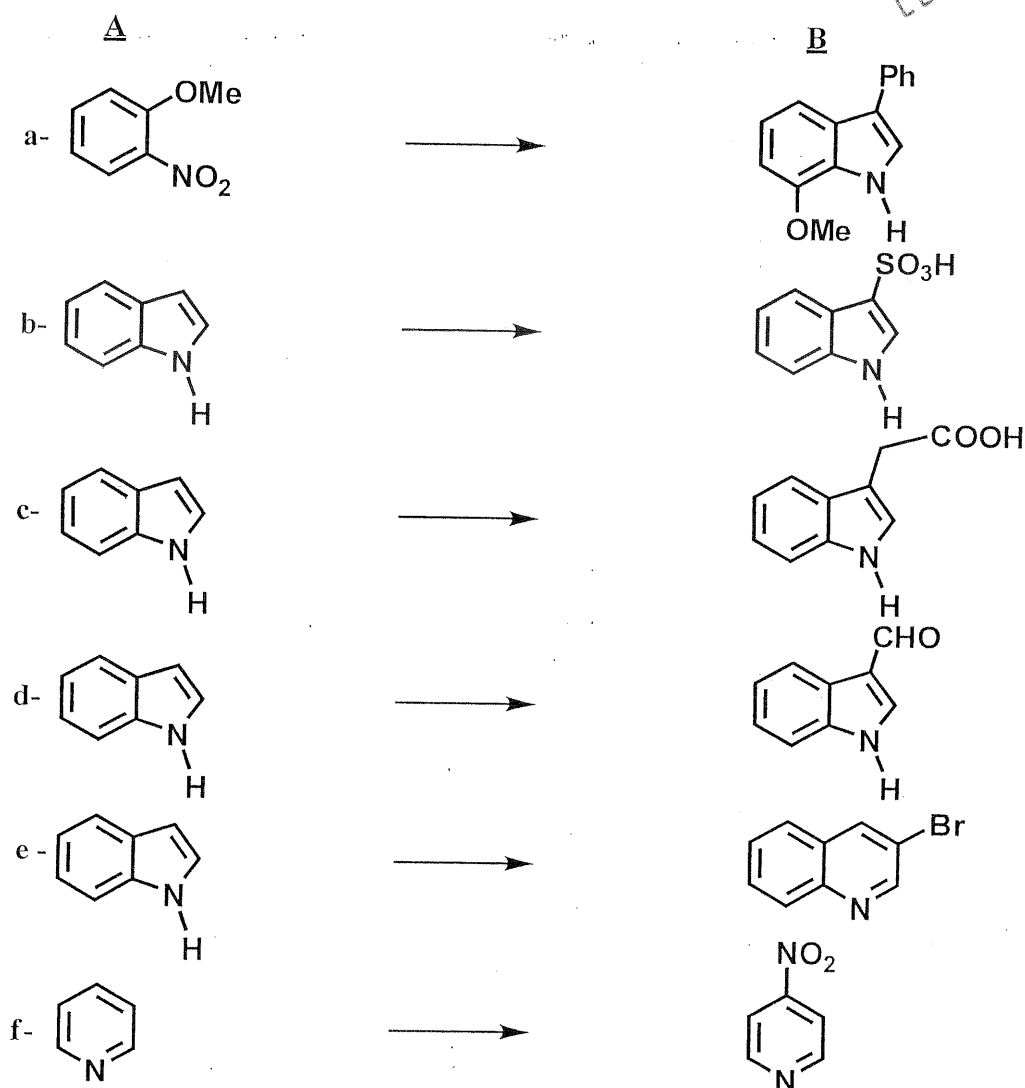
(Voir p. 3)

ELEMENT DE MODULE :
CHIMIE DES HETEROCYCLES AROMATIQUES
SMC-S5 PARCOURS CHIMIE ORGANIQUE
EXAMEN

I – Donnez la structure des produits formés lors du traitement du pyrrole par :

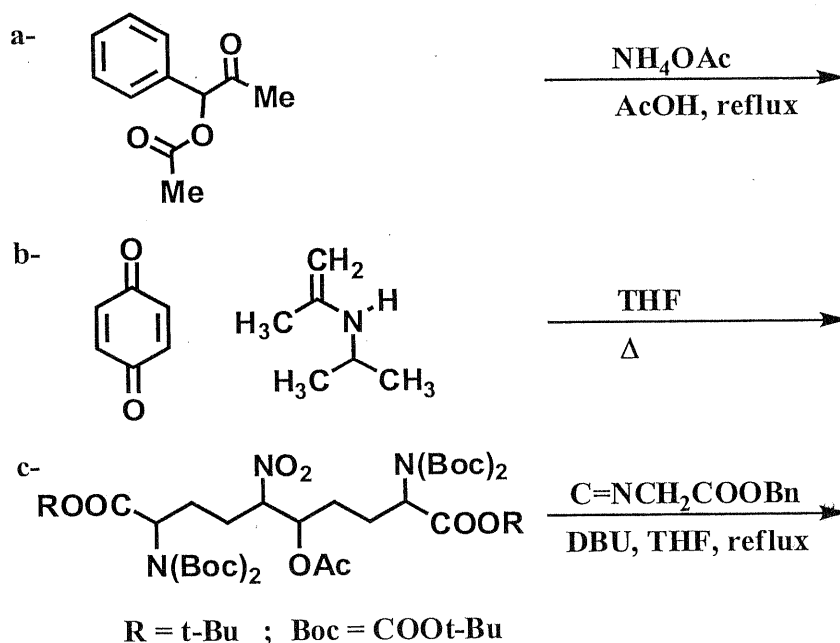
1. I_2 en présence de KI en milieu aqueux.
2. $H_3CN + HCl$, suivie par une hydrolyse.
3. $PhMgBr$

II – Donnez les conditions et le mécanisme de la transformation de A en B.



+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRESIDENT

III – Donnez la structure des produits obtenus dans les réactions suivantes ainsi que le mécanisme de leurs formations.



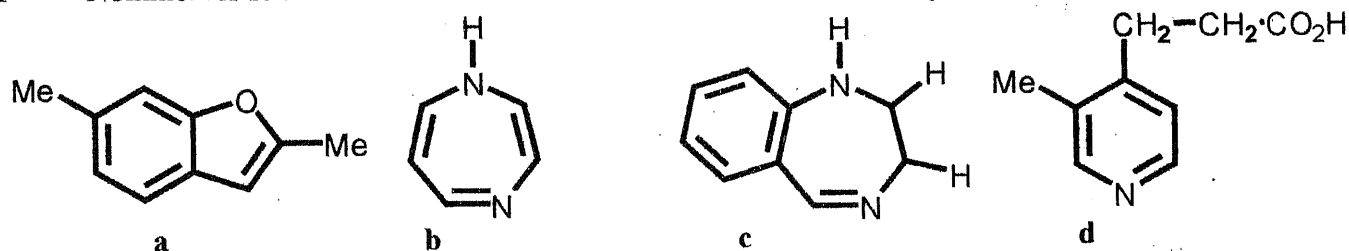
III – Expliquez pourquoi la pyridine :

1. Subit des réactions de substitution électrophile en position β .
2. Est moins réactive que le benzène.

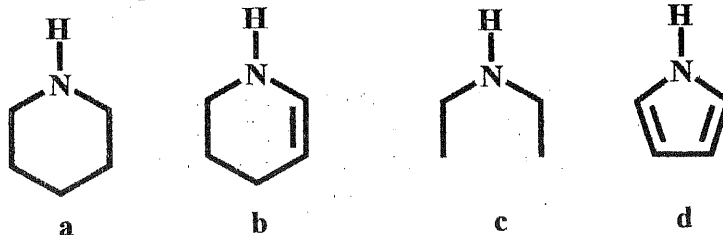
~~~~~

ELEMENT DE MODULE :  
CHIMIE DES HETEROCYCLES AROMATIQUES  
SMC-S5 PARCOURS CHIMIE ORGANIQUE  
EXAMEN

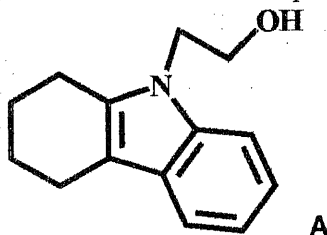
I – Nommer les structures suivantes selon la nomenclature des hétérocycles de **HANTZSCH-WIDMAN**.



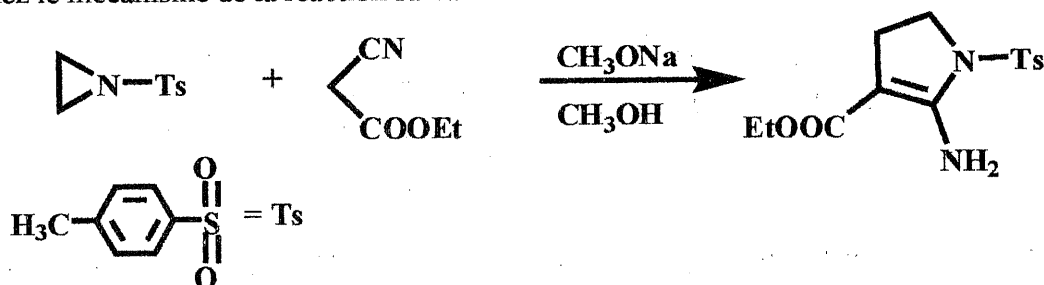
II – Classer les amines suivantes par ordre de basicité croissante. Justifier votre choix.



III – Proposer une synthèse du composé **A** dont la formule est indiquée ci-dessous à partir de la phénylhydrazine, l'oxirane et la cyclohexanone. Vous disposez de tous les acides et bases.



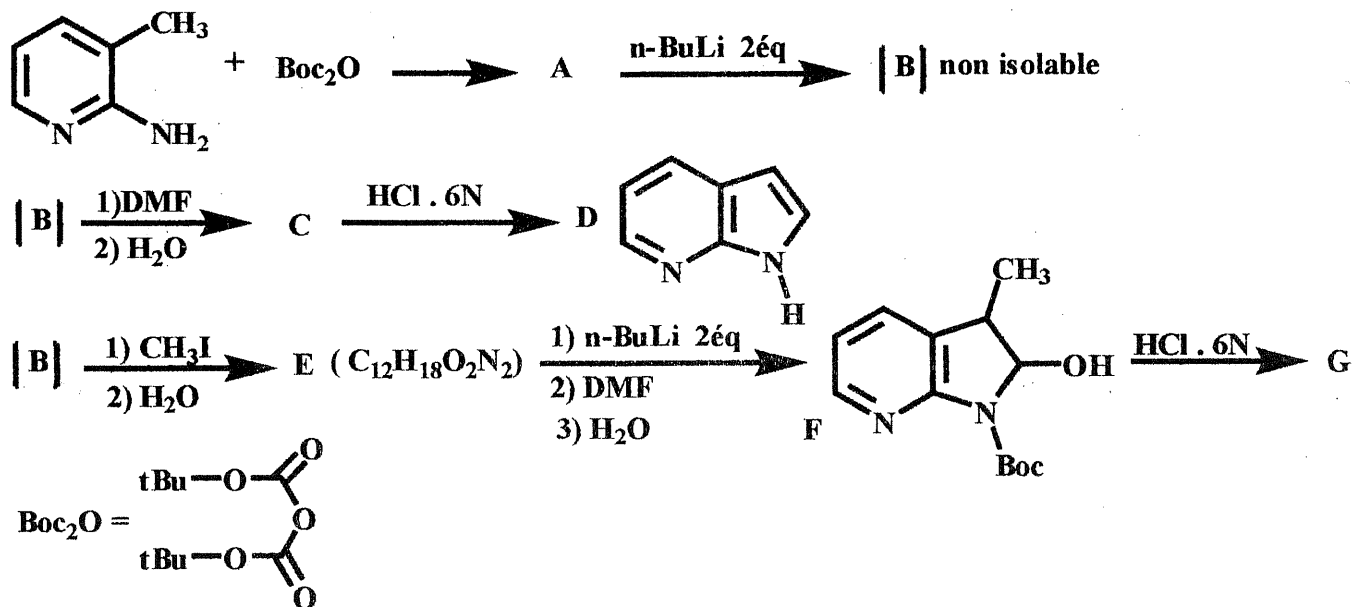
IV – Donnez le mécanisme de la réaction suivante.



V- Soit les suites réactionnelles ci-dessous.

a. Donner la structure des composés A, B, C et le mécanisme de passage de C à D.

b. Donner la structure des composés E, G et le mécanisme de passage de E à F.



~~~~~

Examen/session de rattrapage
Module : Génie de l'environnement

Exercice I

- 1- Donner 2 ou 3 types d'industries qui rejettent des eaux usées chargées en matière organique.
- 2- Expliquer l'impact sur l'environnemental du rejet, dans une rivière, des eaux usées riches en matière organique.
- 3- Parmi les déchets suivants préciser quels sont les déchets spéciaux et eux banals ? Déchets Produits chimiques, verre, carton, Batteries, plastiques, déchets en mélange, Huiles usagées, Peintures, bois, copeaux métalliques non souillés, déchets cantine, Tubes néons, Cartouche pour imprimante, Solvant.
- 4- Expliquer pourquoi l'incinération des déchets industriels nécessite l'installation d'équipements de prévention des pollutions atmosphériques ?
- 5- Donner et expliquer les principales sources de pollution de l'air.
- 6- Expliquer les effets négatifs sur la santé et sur l'environnement de l'émission des poussières dans l'air.
- 7- Expliquer l'origine des pluies acides.

Exercice II

- 1- La norme ISO 14001 demande de prendre en compte les impacts significatifs dans la détermination des objectifs et cibles. **Oui / Non**
- 2- La norme ISO 14001 impose à l'organisme de communiquer ses résultats environnementaux à l'extérieur. **Oui / Non**
- 3- Le non-respect des exigences de la norme ISO 14001 expose à des poursuites d'ordre judiciaire. **Oui / Non**
- 4- Le système de management environnemental ISO 14001 est un outil de management de l'entreprise **Oui / Non**
- 5- La norme ISO 14001 prévoit uniquement l'engagement sur la prévention de la pollution et sur la conformité réglementaire. **Oui / Non**

Exercice III

A partir des activités et des cibles ci-dessous, déterminées par un organisme industriel dans son planning environnemental, proposer des aspects, des impacts et des objectifs.

Activités industrielles	Cibles
Approvisionnement en matières premières	Valorisation et recyclage de 100 % des déchets d'emballages industriels sur tout le site.
Stockage des fûts de produits chimiques	Stockage des fûts sur des dispositifs de rétention permettant de retenir 100 % des produits en cas d'incident.
Stockage d'hydrocarbures	Mise en place de procédures d'exploitation.
	Elaboration d'un plan d'intervention en cas d'incident
	Formation des 3 opérateurs chargés de l'exploitation et des 10 opérateurs chargés de l'intervention.
Production d'air comprimé	Niveau sonore inférieur à 60 décibels à 2 mètres du compresseur.
Approvisionnement en eau pour le lavage de la matière première.	Réduire de 30 % la consommation actuelle Séparer 50% de la matière en suspension des eaux usées.

Université Chouaib Doukkali
Faculté des Sciences El Jadida
Département de Chimie

Examen de rattrapage

Module : Génie de l'Environnement – SMC4

Elément de module :
Méthodes analytiques de caractérisation & Techniques de traitement des rejets
(Durée : 1 h30min)

PARTIE I (10 points)

Exercice I :

Répondez par vrai ou faux :

- 1- La mesure de la DCO permet d'évaluer la quantité d'azote.
- 2- La méthode kjeldahl permet de mesurer la matière organique biodégradable.
- 3- La conservation d'échantillon se fait par élévation de température.

Exercice II :

Le calcul de la demande théorique en oxygène d'une solution pure nous permet d'estimer la DCO de cette solution ($DCO \approx DTO$).

- 1- Quelle valeur peut on attendre pour la DCO d'une solution contenant 200mg/l de glucose $C_6H_{12}O_6$?
- 2- Même question pour une solution de toluène $C_6H_5-CH_3$ de même concentration.

PARTIE II (10 points)

Exercice I :

- 1- Donner le principe de fonctionnement des installations à boues activées.
- 2- Pour étudier le transfert des électrolytes au travers d'une membrane chargée positivement, différentes solutions salines ont été filtrées sur cette membrane. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :

Sels	Concentration initiale (mol/L)	Concentration du perméat (mol/L)	Pourcentage de rétention (%)
$NaNO_3$	10^{-2}	3.10^{-3}	.....
$Ca(NO_3)_2$	10^{-2}	4.10^{-4}	.....
Na_2SO_4	10^{-2}	$0,8.10^{-2}$	.....
$CaSO_4$	10^{-2}	5.10^{-3}	.....

Calculer le pourcentage de rétention et interpréter les résultats obtenus.

Exercice II :

On introduit des quantités croissantes de charbon activé dans 7 béchers contenant 0,2 L d'eaux usées d'origine industrielle, le bécher N°1 servant de témoin. Les résultats concernant l'adsorption de la DCO (demande chimique en oxygène) sont présentés dans le tableau suivant :

Bécher	Masse utilisée de charbon activé (mg)	DCO initiale C_0 (mg/L)	DCO finale C_e (mg/L)	x/m (mg/mg)	$C_e/(x/m)$
1	0	250	250	-	-
2	238	250	62,80	.....	.....
3	313	250	32,50	.....	.....
4	393	250	16,60	.....	.....
5	512	250	9,31	.....	.....
6	668	250	7,00	.....	.....
7	804	250	4,70	.....	.....

1- Compléter le tableau ci-dessus.

2- Tracer l'isotherme de Langmuir et déterminer les constantes d'équilibre :

a) Capacité maximale d'adsorption Γ^∞ .

b) Constante d'adsorption K.

Donnée : $x/m = (C_0 - C_e) \cdot V/m$

avec : C_0 = Concentration initiale : DCO initiale.
 C_e = Concentration à l'équilibre : DCO finale.
 m = Masse de l'adsorbant.
 V = Volume de l'eau usée.

Module : Génie de l'environnement - Examen de rattrapage

Nom et Prénom.....

Exercice I

- 1- Donner 2 types d'industries qui rejettent des eaux usées chargées en pollution insoluble.
- 2- Expliquer l'impact sur l'environnement du rejet, dans une rivière, des eaux usées riches en matière grasse et en huiles.
- 3- Expliquer la différence entre les déchets spéciaux et les déchets banals. Donner deux exemples dans chaque cas
- 4- Proposer des polluants qui se dégagent dans l'atmosphère lors de l'incinération
- 5- Expliquer les effets négatifs sur la santé et sur l'environnement de l'émission des poussières dans l'air.
- 7- Donner l'objet du système de management environnemental ISO 14000 ;
- 8- Un laboratoire d'analyses d'une entreprise industrielle a recensé « **Stockage des produits chimiques** » comme activité principale ayant une incidence sur l'environnement. Proposer des aspects et des impacts environnementaux de cette activité

Exercice II

- 1- La norme ISO 14001 demande de prendre en compte uniquement les impacts significatifs dans la détermination des objectifs et cibles. **Oui / Non**
- 2- La norme ISO 14001 impose à l'organisme de communiquer ses résultats environnementaux à l'extérieur. **Oui / Non**
- 3- Le système de management environnemental ISO 14001 est un outil de management de l'entreprise **Oui / Non**
- 4- La norme ISO 14001 demande de déterminer les impacts significatifs sans indiquer la méthode à utiliser. **Oui / Non**
- 5- La norme ISO 14001 impose des valeurs limites de rejets polluants. **Oui / Non**
- 6- La norme ISO 14001 est un document d'exigences et non pas de moyens. **Oui / Non**

Exercice III

A partir des activités et des cibles ci-dessous, déterminées par un organisme industriel dans son planning environnemental, proposer des aspects, des impacts et des objectifs.

Activités - Produits - Services	Aspects	Impacts	Objectifs	Cibles
Approvisionnement en matière première.				Valorisation de 100 % des déchets
Entretien des camions (garage)				Utilisation des dispositifs de rétention permettant de retenir 100 % des déchets
Lavage de la matière première.				- Réduire de 40 % la consommation d'eau - Séparer 70% des MES

Examen de rattrapage

Module : Génie de l'Environnement – SMC4

Elément de module :

Méthodes analytiques de caractérisation & Techniques de traitement des rejets
(Durée : 1 h30min)

Partie I : (10 points)

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

Exercice I :

La DCO d'une eau est calculée à partir de la formule $DCO \text{ (mg/L)} = 8000 \cdot (a-v) \cdot N \cdot K / v_p$.

- 1- Donner la signification des différents termes de cette formule.
- 2- Quel est le rôle de sulfate de mercure $HgSO_4$ ajouté à l'échantillon lors de la détermination de la DCO ? Justifier votre réponse à l'aide d'une réaction chimique.

Exercice II :

250 mL d'une eau industrielle sont dosés par l'EDTA 0,05 M en milieu tampon pH=10 et en présence du Noir d'Eriochrome (NET). Le virage de l'indicateur est obtenu pour un volume d'EDTA $V = 16 \text{ cm}^3$.

- 1- Quels sont les éléments dosés par cette méthode ?
- 2- Quelle est la dureté de cet échantillon ?
- 3- Pourquoi le dosage est effectué dans un milieu tampon pH=10 ?

Exercice III :

La détermination expérimentale de la Demande Biochimique d'Oxygène (DBO) obéit à une cinétique de premier ordre exprimée par $-dX/dt = KX_t$, avec :

K : constante de vitesse de biodégradation.

X_t : matière organique biodégradable restante à l'instant « t ».

La DBO_3 d'un rejet industriel est de 160 mg/L. En admettant que $K_{10} = 0.12 \text{ j}^{-1}$, calculer la DBO_5 de cette eau.

T.S.V.P ➡

Partie II : (10 points)

Exercice I :

- 1- Quel est le principe de l'osmose inverse ?
- 2- Quelles sont les étapes principales de potabilisation de l'eau ?

Exercice II :

- 1- Quelles sont les réactions qui se produisent lors de l'introduction du chlore dans l'eau ?
- 2- Quelles sont les deux formes qui cohabitent en solution après introduction du chlore dans l'eau ? Quelle est la forme la plus désinfectante ?
- 3- Etablir la relation entre le pourcentage d'acide hypochloreux, d'ions chlorites et le pH.
- 4- Calculer le pourcentage d'acide hypochloreux pour les valeurs de pH 4 et 11.
On donne K_a (Acide hypochloreux/ions chlorites) = $2,3 \cdot 10^{-8}$.
- 5- Déterminer le rapport massique chlore/azote ammoniacale au point critique ou break point.

Exercice III :

Une usine traite $50\,000\text{ m}^3$ d'eau polluée par jour. Le traitement comporte une étape de filtration sur charbon actif en grain avec une vitesse de filtration de 12 m/h sur une hauteur de $1,5\text{ m}$ de matériau.

- 1- Déterminer le volume du filtre adsorbant.
- 2- Sachant que 1 m^3 de charbon actif en grain peut consommer 100 g de carbone organique (CO) par jour, quelle est la capacité d'élimination du filtre ?
- 3- Calculer la concentration maximale de carbone organique (CO) en g/m^3 dans l'eau brute pouvant être traitée par le filtre.

EXAMEN DE CHIMIE DE COORDINATION

I°) Définir qu'est ce qu'un ligand σ -donneur, π -donneur et π -accepteur et donneur.

II°) L'ion $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ possède un diagramme d'orbitales moléculaire où on ne fait intervenir que des liaisons σ entre le Titane et les ligands H_2O .

1) Dénombrer les O.A disponibles au niveau des ligands H_2O d'une part et de l'ion Ti^{3+} d'autre part pour former des liaisons métal-ligand.

2) Donner les O.M liantes, antiliantes et non liantes.

3) Identifier la symétrie octaédrique des orbitales de valence de Chrome, qui vont former les liaisons σ .

4) Représenter le diagramme d'orbitales moléculaires de $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.

5) Placer les e- du Ti et les doublets de l'eau dans ce diagramme.

On remplace (H_2O) successivement par le ligand F^- qui possède un caractère π -donneur et en suite par le ligand CO qui possède des orbitales π vides lui donnant un caractère accepteur π .

6) Représenter les diagrammes d'orbitale moléculaire pour $[\text{Ti}(\text{F})_6]^{3-}$ et $\text{Ti}(\text{CO})_6$.

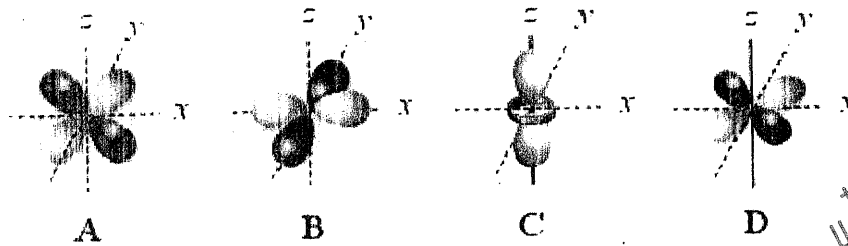
7) Mettre en évidence l'influence du caractère donneur π et du caractère accepteur π sur la valeur de Δ_0 .

8) Calculer le moment magnétique de $[\text{Ti}(\text{F})_6]^{3-}$ et de $\text{Ti}(\text{CO})_6$.

*CLUB N° 3011+
UCD.FS. EL JADIDA
LE PRÉSIDENT

Examen de chimie de coordination

1) On donne ci-dessous les représentations de certaines orbitales d dans leur système d'axes xyz .



Donnez le nom de ces orbitales et à quelle représentation t_{2g} ou e_g appartiennent-elles.

2) En utilisant la théorie de la liaison de valence et celle du champ cristallin, déterminer la nature de l'hybridation des composés ci-dessous, et expliquer pourquoi ils ont des valeurs de moments magnétiques différentes.

$[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{4-}$	$[\text{Pt}(\text{C}_2\text{O}_4)_4]^{2-}$	$[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$
$\mu = 0$	$\mu = 2,83 \text{ M.B.T.}$	$\mu = 1,73 \text{ M.B.T.}$	$\mu = 5,25 \text{ M.B.T.}$

3) En utilisant la théorie du champ cristallin recopier et compléter le tableau suivant :

Complexe	Energie d'appariement des électrons en cm^{-1}	Energie de Séparation $t_{2g} e_g$ (cm^{-1})	Configuration électronique d^n	Etat de spin (bas spin ou haut spin)	Energie de stabilisation ESCC	Magnéton de Bohr μ_B
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	23500	13900				
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	30000	13700				
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	30000	35000				

4) Les composés suivants : ZnCr_2O_4 , ZnCrMnO_4 et ZnMn_2O_4 cristallisent dans la structure spinelle, déduire la répartition des ions entre les sites octaédriques et tétraédriques et la nature des spinelles à partir de la théorie du champ cristallin.

5) Expliquer pourquoi les phases K_3MF_6 ($M = \text{Sc}, \text{Ti}, \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}$) sont cubiques à l'exception où $M = \text{Mn}$ (manganèse) qui est quadratique.

Données :

Z	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
élément	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Config[A]r	$4s^2 3d^1$	$4s^2 3d^2$	$4s^2 3d^3$	$4s^1 3d^5$	$4s^2 3d^5$	$4s^2 3d^6$	$4s^2 3d^7$	$4s^2 3d^8$	$4s^1 3d^{10}$	$4s^2 3d^{10}$

Examen de chimie de coordination

A) théorie de la liaison de valence.

En utilisant la théorie de la liaison de valence déterminer la nature de l'hybridation dans les complexes $[\text{Cr}(\text{CO})_6]$ et $[\text{CrF}_6]^{3-}$.

B) théorie du champ cristallin.

En utilisant la théorie du champ cristallin recopier et compléter le tableau suivant :

Complexe	Configuration électronique d ⁿ	Etat de spin (bas spin ou haut spin)	Energie de stabilisation ESCC	Magnéton de Bohr μ
$[\text{Cr}(\text{CO})_6]$				
$[\text{CrF}_6]^{3-}$				

C) théorie des orbitales moléculaires.

Le complexe $[\text{Cr}(\text{CO})_6]$ possède un diagramme d'orbitale moléculaire où les ligands CO possèdent des orbitales σ pleines et des orbitales π vides ces dernières lui donnent un caractère accepteur π .

- Dénombrer les O.A disponibles au niveau des ligands CO d'une part et de l'ion Cr^{3+} d'autre part pour former des liaisons métal-ligand.
- déduire le nombre d'O.M liantes, antiliantes et non liantes?
- Identifier la symétrie octaédrique des orbitales de valence de Chrome qui vont former les liaisons σ .
- Représenter le diagramme de l'O.M de $[\text{Cr}(\text{CO})_6]$.
- Placer les e- du Chrome et les doublets de CO dans ce diagramme.
- Calculer le moment magnétique de $\text{Cr}(\text{CO})_6$.
- On remplace (CO) par le ligand F qui possède des orbitales σ pleines et des orbitales π pleines lui donnant un caractère donneur π .
- Représenter le diagramme d'orbitale moléculaire pour CrF_6 .
- Mettre en évidence l'influence du caractère donneur π sur la valeur de Δ_0 .
- Calculer le moment magnétique de CrF_6 .

CLUB NAJAH
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

SMC5
EXAMEN DE CHIMIE DE COORDINATION

CLUB NAJAH
U.C.O.F.S. EL JADIDA
LE PRÉSIDENT

Exercice I :

- 1°) Quel est le terme spectral de l'état fondamental de l'ion Ni^{2+} . Schématiser son éclatement sous l'action du couplage spin orbite.
- 2°) Soient les complexes NiCl_5^z et $\text{Ni}(\text{CO})_5^z$. Le premier est paramagnétique ($\mu_{\text{eff}} = 2,81 \mu_B$) alors que le deuxième est diamagnétique.
- a) Déterminer la charge z .
 - b) A l'aide de la théorie de la liaison de valence, déterminer l'hybridation du cation métallique pour chaque complexe en déduire la géométrie ($Z_{\text{Ni}} = 28$).
 - c) Comparer la force des deux ligands.
- 3°) En utilisant la théorie de l'hybridation, donner l'expression des orbitales hybrides h_i
- 4°) l'axe de recouvrement axiales des ligands avec les orbitales hybrides du cation central est oz, donner l'expression des fonctions d'onde des orbitales moléculaires $\Psi(\sigma_i)$ pour le complexe NiCl_5^z .

Exercice II :

On considère les complexes ML_4 et ML_6 de symétrie respectivement tétraédrique et octaédrique.

- 1°) Représenter schématiquement les 5 orbitales atomiques 3d.
- 2°) Expliquer comment la dégénérescence des orbitales d est levée dans un champ de symétrie octaédrique ou dans un champ de symétrie tétraédrique.
- 3°) Quelles sont les configurations électroniques possibles pour les ions fer (II) et fer (III) dans les complexes octaédriques et tétraédriques de fer (II) et de fer (III) ($Z_{\text{Fe}} = 26$)?
- 5°) Pourquoi les complexes tétraédriques des métaux de transition sont-ils presque tous à haut spin ?
- 6°) L'énergie d'appariement P des électrons d de l'ion Fe^{2+} est de 19000 cm^{-1} alors que Δ_O pour $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ et $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ont pour valeur respectivement 10400 cm^{-1} et 33000 cm^{-1} .
- a. Quelle est la configuration électronique du fer dans ces deux complexes ?
 - b. Indiquer dans chaque cas s'il s'agit d'un complexe à champ fort ou faible et s'il est diamagnétique ou paramagnétique.
 - c. Calculer l'énergie de stabilisation du champ cristallin de ces deux complexes en déduire celui le plus stable.
- 7°) A l'aide de la théorie des orbitales moléculaires, représenter le diagramme énergétique du complexe $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ et donner sa configuration électronique.
- 8°) Quels sont les trois types de ligands et comment expliquer la différence de leur force du champ cristallin.

SMC5

EXAMEN DE RATRAPAGE « CHIMIE DE COORDINATION »

A- 1) La valeur de Δ_o , paramètre d'éclatement du champ octaédrique est donnée pour quelques complexes dans le tableau ci dessous. Expliquer les évolutions de ce paramètre en détaillant les facteurs influençant sa valeur. (Z Cr = 24 ; Z Fe = 26 ; Z Mo = 42 ; Z W = 74).

Complexe	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	$[\text{W}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	$[\text{Mo}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	$[\text{CrF}_6]^{3-}$	$[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$
Δ_o (cm ⁻¹)	14000	10000	30000	17400	26000	15000	26600

2) La solution aqueuse du complexe $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ est orange et diamagnétique alors que celle contenant le complexe $[\text{CoF}_6]^{3-}$ est bleue et paramagnétique (Co Z=27).

- Quel est le terme spectral fondamental du cation de cobalt. Représenter son éclatement sous l'action du couplage spin-orbite.
- Tracer le diagramme énergétique de ces deux complexes en se basant sur la théorie du champ cristallin.
- Estimer Δ_o en KJ/mol pour chaque complexe à l'aide des colorations des solutions.
- Expliquer la différence de couleur et de comportement magnétique.

On donne :

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

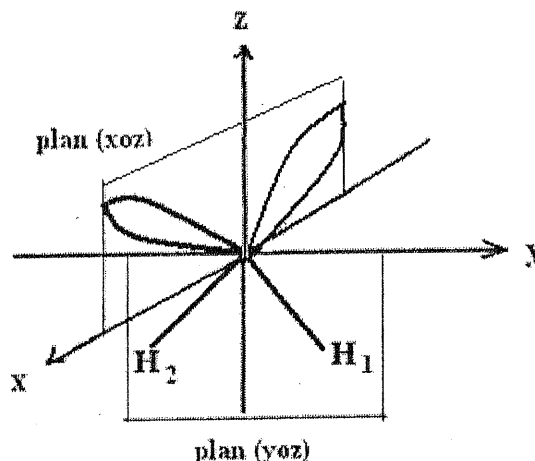
$$h = 6,64 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

couleur (émission)	rouge	orange	jaune	vert	bleu	violet
λ (nm)	700	620	580	530	470	420

B- La molécule H_2O est représentée sur la figure ci-dessous.

- Déterminer l'hybridation de l'atome d'oxygène en déduire la géométrie de H_2O .
- Donner l'expression des fonctions d'ondes associées aux orbitales atomiques hybrides.
- Calculer les coefficients de participation de chaque orbitale atomique de l'oxygène pour former les orbitales hybrides en fonction de a sachant que $a_1 = a$.
- L'oxygène est plus électronégatif que l'hydrogène ($\chi(\text{O}) = 3,5$ et $\chi(\text{H}) = 2,1$). On considère que l'orbitale atomique 2s de l'oxygène à une énergie très basse et ne participe pas à la formation des orbitales moléculaires. A l'aide de la théorie des orbitales moléculaires :
 - Schématiser les orbitales moléculaires formés et préciser leur type
 - Donner l'expression de la fonction d'onde de chaque orbitale moléculaire.
 - Tracer le diagramme énergétique de la molécule H_2O .



PARCOURS: Industrie des matériaux solides

MODULE: Chimie des matériaux solides

ELEMENT DE MODULE : Elaboration des matériaux solides

Pr. K. Benkhouja

I/ QUESTIONS DE COURS

- 1) Quel est le principe de la coprécipitation dans le cas d'un hydroxyde $A(OH)_n$ de solubilité s en fonction du pH ?
- 2) Soit $B(OH)_n$, un autre hydroxyde de solubilité s ; discuter sa coprécipitation avec $A(OH)_n$ en fonction du pH ?
- 3) Qu'est ce que la méthode sol-gel ?
- 4) Quel est le principe d'une synthèse par voie alcoxyde. Détailler les étapes qu'il faut suivre.

II/ PROBLEME

L'hexaferrite de Baryum $BaFe_{12}O_{19}$ est un matériau cristallisant dans une maille hexagonale de paramètres $a = 5.893 \text{ \AA}$ et $c = 23.194 \text{ \AA}$ et de groupe d'espace $P6_3/mmc$. Ce matériau est préparé par la voie solide, coprécipitation et la méthode sol-gel aux températures successives $t_s = 1400^\circ\text{C}$, $t_c = 1200^\circ\text{C}$ et $t_{sg} = 900^\circ\text{C}$.

- 1) Décrire en détaille chaque méthode en précisant les réactions chimiques.
- 2) Les trois poudres obtenues sont de couleur marron, elles sont caractérisées par différentes méthodes physiques :

a) Diffraction des RX :

Les largeurs à mi-hauteur des raies des diffractogrammes ont les valeurs moyennes suivantes :

$e_s = 5 \text{ (mm)}$ pour $\theta_s = 20^\circ$ (solide); $e_c = 3 \text{ (mm)}$ pour $\theta_c = 20^\circ$ (coprécipitation) et $e_{sg} = 1 \text{ (mm)}$ pour $\theta_{sg} = 20^\circ$ (sol-gel)

Laquelle des poudres est la plus fine ? Expliquer pourquoi ?

b) Granulométrie :

A quoi consiste cette technique ? Donner l'histogramme de chaque poudre.

c) Aire spécifique :

Décrire la technique et expliquer dans quel cas est obtenue la bonne aire spécifique (cm^2/g)

Dans quel domaine pourrait-on utiliser cette poudre.

d) Densité :

Quelle est la poudre la plus dense. Quel domaine pratique sollicite ce type de matériaux et pour quel but, Exemples.

e) Frittage :

Trois pastilles de même épaisseur $e = 2 \text{ (mm)}$ sont comprimées sous la même pression de 5 tonnes.

Quelles sont les épaisseurs finales à des températures T_s , T_c et T_{sg} sachant que les retraits sont successivement : $(\Delta L/L_0)_s = 0.25$; $(\Delta L/L_0)_c = 0.5$ et $(\Delta L/L_0)_{sg} : 0.75$

Comparer les différentes températures de frittage.

Discuter l'utilité industrielle de la poudre frittée obtenue par l'une des trois méthodes

Données:

- La taille des cristallites élémentaires a été estimée à partir des largeurs à mi-hauteur des pics de diffraction, selon l'équation : $T_{hkl} = (0.89 \lambda / e_{hkl}) \cos \theta$ ($\lambda_{cu} = 1.5418 \text{ \AA}$)
- Masse volumique : $M = Z \cdot M / N \cdot V \text{ (g/cm}^3\text{)}$
- Masse volumique de l'eau est $1 \text{ (g/cm}^3\text{)}$

Bonne Chance.***** Bon courage

Examen

SMC₅

METHODES DE SYNTHESE DES MATERIAUX INORGANIQUES

On se propose de préparer la solution solide $\text{LiBa}_{0.25}\text{Mg}_{0.25}\text{Cr}_x\text{Fe}_{12-x}\text{O}_{19}$ ($0 \leq x \leq 1$) sous forme de poudres par différentes voies de synthèse: Céramique, Coprécipitation, Codécomplexation, Sinterisation, méthode dite des résines, réaction d'échange entre un solide et un liquide (méthode dite d'imprégnation), voie sol gel.

CLUB NAJAH
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRESIDENT

- 1) Donner la définition détaillée de chaque méthode.
- 2) Quels sont les précurseurs choisis pour chaque méthode de synthèse? Dans le cas de la méthode sol gel décrire le montage (schéma) pour préparer un éthoxy de magnésium à partir du métal Mg?
- 3) Ecrire les réactions de synthèse des poudres de $\text{LiBa}_{0.25}\text{Mg}_{0.25}\text{Cr}_x\text{Fe}_{12-x}\text{O}_{19}$ (x a une valeur fixe) suivant les différentes voies de synthèse.
- 4) Décrivez, pour chaque méthode et pour une valeur de x fixe, les démarches à suivre pour préparer les sept poudres.
- 5) Comparer les températures de formation des produits $\text{LiBa}_{0.25}\text{Mg}_{0.25}\text{Cr}_x\text{Fe}_{12-x}\text{O}_{19}$, pour une valeur de x fixe et selon chaque méthode et expliquer pourquoi?
- 6) Quelle est l'atmosphère dans laquelle il faudrait chauffer pour obtenir ces différentes poudres, Expliquer pourquoi?
- 7) A l'aide de quelles techniques peut-on prédire le protocole thermique sachant que l'eau et le dioxyde de carbone supposés dégagés successivement à 100°C et 500 °C.
- 8) Tracez alors le protocole thermique en expliquant chaque étape.
- 9) Comparer :
 - a) la morphologie de ces poudres obtenues suivant les différentes voies de synthèse en donnant des explications.
 - b) leurs histogrammes en discutant la différence, les surfaces spécifiques, les diffractogrammes des RX de ces poudres en discutant leur cristallinité.
 - c) les températures de frittages des poudres préparées en expliquant pourquoi par des courbes de dilatométrie.
 - d) les densités et les porosités de ces poudres.
- 10) Quelles sont les propriétés physiques qu'on pourrait étudier concernant ce matériau en comparant alors les propriétés physiques de ces poudres.
- 11) Technologiquement, en quoi nous pourrions utiliser ce matériau ? expliquer sachant que $\text{LiBa}_{0.25}\text{Mg}_{0.25}\text{Cr}_x\text{Fe}_{12-x}\text{O}_{19}$ est isotype à $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ qui cristallise dans une structure hexagonale.
- 12) Donner la corrélation entre la qualité de la poudre et les performances des propriétés physiques.
- 13) Définir la méthode hydrothermale?

METHODES DE SYNTHÈSE DES MATERIAUX INORGANIQUES

Pr. K. Benkhouja

On se propose de préparer le composé solide $\text{MgFe}_{12}\text{O}_{19}$ sous forme de poudres par différentes voies de synthèse: Céramique, Coprécipitation, Codécomplexation, Syncrystalisation, méthode dite des résines, réaction d'échange entre un solide et un liquide (méthode dite d'imprégnation), voie sol gel.

- 1) Donner la définition détaillée de chaque méthode.
- 2) Quels sont les précurseurs choisis pour chaque méthode de synthèse?
- 3) Dans le cas de la méthode sol gel décrire le montage (schéma) pour préparer un éthoxy de magnésium à partir du métal Mg?
- 4) Ecrire les réactions de synthèse du solide $\text{MgFe}_{12}\text{O}_{19}$ suivant les différentes voies de synthèse.
- 5) Décrivez les démarches à suivre pour préparer ces différentes poudres.
- 6) Comparer les températures de formation de ces poudres selon chaque méthode et expliquer pourquoi?
- 7) Quelle est l'atmosphère dans laquelle il faudrait chauffer pour obtenir ces différentes poudres, Expliquer pourquoi?
- 8) A l'aide de quelles techniques peut-on prédire le protocole thermique sachant que l'eau et le dioxyde de carbone supposés dégagés successivement à 100°C et 500 °C.
- 9) Tracez alors le protocole thermique en expliquant chaque étape.
- 10) Comparer :
 - a) la morphologie de ces poudres obtenues suivant les différentes voies de synthèse en donnant des explications.
 - b) leurs histogrammes en discutant la différence, les surfaces spécifiques, les diffractogrammes des RX de ces poudres en discutant leur cristallinité.
 - c) les températures de frittages des poudres préparées en expliquant pourquoi par des courbes de dilatométrie.
 - d) les densités et les porosités de ces poudres.
- 11) Quelles sont les propriétés physiques qu'on pourrait étudier concernant ce matériau tout en comparant ces dites propriétés physiques concernant ces différentes poudres.
- 12) Technologiquement, en quoi nous pourrions utiliser ce matériau ? Donner des explications sachant que $\text{MgFe}_{12}\text{O}_{19}$ est supposé cristalliser dans une structure hexagonale.
- 13) Donner la corrélation entre la qualité de la poudre et les performances des propriétés physiques.

Examen de l'élément de module : Chimie Minérale Analytique
(Documents interdits, durée 1h 30 mn)

- Les réponses doivent être justifiées.

Question de cours : expliquer brièvement le principe de la séparation par flottation.

Exercice 1 : Préparation du fer :

La fabrication du fer s'effectue à haute température dans une tour appelée haut-fourneau. On le charge avec du carbone C et du minerai de fer (M_F) dont la teneur massique en oxyde de fer Fe_2O_3 est de 20 %. Lors de cette réaction, nommée (R), on obtient du fer métallique et du dioxyde de carbone CO_2 . 30 kg de carbone et une tonne de minerai de fer (M_F) ont été mélangés dans le haut-fourneau.

- 1- L'étude de la réaction (R) est faite dans le cadre de l'approximation d'Ellingham.
 - a- Rappeler en quoi consiste cette approximation.
 - b- Ecrire et équilibrer l'équation-bilan de la réaction (R) qui se produit dans le haut-fourneau.
 - c- Expliquer comment choisir le domaine de température où la réaction (R) est possible.
- 2- Calculer les nombres de moles des 2 réactifs présents avant la réaction. Quel est le réactif en excès ?
- 3- Calculer la masse de fer obtenu lorsque tout l'oxyde de fer a été consommé.
- 4- En fait le fer obtenu n'est pas pur ; le mélange récupéré présente 8 % d'impuretés.
 - a- Quelle est l'origine des impuretés ?
 - b- Calculer la masse obtenue.
- 5- Discuter la rentabilité économique de la préparation du fer à partir du minerai M_F .

Exercice 2 : Séparation des ions Zn^{2+} et Cu^{2+} :

Après traitement, par lixiviation, d'un minerai contenant principalement le zinc et le cuivre, la solution obtenue est riche en Zn^{2+} . On considère donc une solution aqueuse (S) constituée des ions Zn^{2+} et Cu^{2+} avec les concentrations suivantes : $[Zn^{2+}] = 0,90 \text{ mol/L}$ et $[Cu^{2+}] = 0,03 \text{ mol/L}$. Une solution de NaOH est ajoutée progressivement à la solution (S) pour précipiter les hydroxydes métalliques.

- 1- Donner le principe de la lixiviation (3 lignes au maximum).
- 2- Quel est le pH de début de précipitation de l'hydroxyde de zinc (II) soit $pH_p(Zn)$? Même question avec l'hydroxyde de cuivre(II), soit $pH_p(Cu)$.
- 3- Déterminer le pourcentage d'ions cuivre (II) qui a précipité à $pH_p(Zn)$ et à $pH_p(Cu)$. Conclure sur la séparation entre les ions Zn^{2+} et Cu^{2+} ?
- 4- Comment procède-t-on pour éliminer les ions cuivre de la solution (S) ?

Données :

- Masses atomiques (g. mol^{-1}) : C = 12 ; O = 16 ; Fe = 55,85.
- Produits de solubilité à 298 K : $K_s [Cu(OH)_2 (s)] = 2.10^{-20}$; $K_s [Zn(OH)_2 (s)] = 6,67.10^{-18}$.
- Produit ionique de l'eau à 298 K : $K_e = 10^{-14}$.

Examen de l'élément de module : Chimie Minérale Analytique
(Documents interdits, durée 1h 30 mn)

- Les réponses doivent être justifiées.

Question de cours : expliquer brièvement les conditions de la lixiviation acide lors de la métallurgie du zinc.

Exercice 1 :

+CLUB N° JAH+
UCD.FS. - LJADIDA
LE PRÉSIDENT

Un échantillon d'urine humaine de 24 heures a été dilué jusqu'à 2 litres (solution S_u). Afin de titrer le magnésium et le calcium présents dans la solution S_u , on effectue des dosages complexométriques à l'aide d'une solution de l'EDTA 0,0045 M en présence de quelques gouttes de Noir d'Eriochrome T.

Une prise de 10 ml de S_u a été tamponnée à un pH convenable puis titrée par 26,8 ml d'EDTA.

Le calcium d'une deuxième prise de 10 ml de S_u a été isolé sous forme d'oxalate de calcium CaC_2O_4 solide puis redissout dans de l'acide et titré par 11,64 ml d'EDTA.

- 1- justifier le choix de l'EDTA pour doser l'échantillon, pourquoi la solution S_u doit être tamponnée et quel pH peut convenir pour ce dosage ?
- 2- Calculer les concentrations molaires du magnésium et du calcium dans S_u .
- 3- Calculer la masse m_0 de CaC_2O_4 solide obtenu.
- 4-
 - a. Calculer les nombres de moles et les masses respectifs du magnésium et du calcium dans l'échantillon de départ.
 - b. Tirer une conclusion sur l'analyse effectuée sur l'échantillon d'urine sachant que les normes sont :
 - i. De 15 à 300 mg de magnésium par jour,
 - ii. De 50 à 400 mg de calcium par jour.

Exercice 2 :

Le cobalt métallique Co est utilisé dans les alliages résistants à la corrosion et dans les alliages destinés à la fabrication d'aimants permanents. Les minerais du métal sont souvent sous forme de sulfures qui seront grillés. Pour préparer le cobalt Co à l'état métallique, on réduit l'oxyde de cobalt Co_3O_4 par l'aluminium à haute température. L'étude de cette réaction est faite dans le cadre de l'approximation d'Ellingham.

- a- Rappeler en quoi consiste cette approximation. Quelle est la situation relative des graphes correspondant aux couples concernés sur le diagramme d'Ellingham?
- b- Expliquer pourquoi les minerais du cobalt sont concentrés aussi par tri magnétique.
- c- Ecrire la réaction de réduction de Co_3O_4 par l'aluminium. Comment appelle-t-on ce type de réaction ?
- d- Quelle masse minimale d'aluminium faut-il pour réduire 1,5 tonne d'un mélange contenant 95 % de Co_3O_4 ?
- e- Quelle est alors la quantité attendue de cobalt contenant 1 % d'impuretés ?
- f- Quelle est l'origine des impuretés dans le cobalt ?

Données : Masses atomiques ($g \cdot mol^{-1}$) : C = 12 ; O = 16 ; Mg = 24,31 ; Al = 26,98 ; Ca = 40,08 ; Co = 58,93.

Examen de l'élément de module : Chimie Minérale Analytique
(Documents interdits, durée 1h 30 mn)

- Les réponses doivent être justifiées.

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.EL JADIDA
LE PRÉSIDENT

Exercice 1 :

Un échantillon (E_1) présente un taux massique en $MgCl_2$ de 33,22 %.

1- On mélange une solution aqueuse contenant 0,50 g de (E_1) avec un excès d'une solution d' $AgNO_3$, $AgCl$ précipite.

- Calculer le nombre de mole et la masse d' $AgCl$ après séchage.

(On supposera que le chlore dans $AgCl$ ne provienne que de $MgCl_2$ dans (E_1)).

2- Après avoir été dilué en solution, le magnésium Mg II présent dans une masse $m = 0,50$ g de l'échantillon (E_1) a été complètement complexé par un volume V_0 d'une solution de l'EDTA 0,10 M à pH = 10 en présence d'un indicateur coloré.

a- Quels sont les sites de complexation de la molécule de l'EDTA ?

b- Indiquer les domaines de prédominance des différentes formes de l'EDTA en fonction du pH (l'EDTA sera symbolisé par H_4Y).

c- Etablir la réaction mise en jeu et calculer le volume V_0 .

d- Que se passe-t-il si à la solution précédente est ajouté du zinc en poussière ?

Exercice 2 :

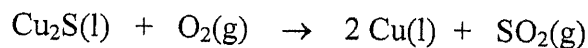
Le cuivre Cu est un élément de transition utilisé depuis la nuit des temps, sa résistance à la corrosion dans les conditions atmosphériques ordinaires lui confère différentes applications. On considère un gisement contenant le minerai sulfuré $CuFeS_2$, ce dernier sera concentré par flottation pour donner un échantillon E_2 contenant 75 % de $CuFeS_2$.

a- Dans quelle partie de l'écorce terrestre peut-on trouver ce gisement ?

b- Expliquer brièvement le principe de la séparation par flottation.

c- Donner le pourcentage massique du cuivre dans l'échantillon E_2 .

A une certaine étape de la métallurgie du cuivre, celui-ci en fusion est coulé en blisters à 98,5 % de pureté selon la réaction :



d- Sachant que la masse de l'échantillon liquide Cu_2S , supposé pur, est d'une tonne, quelle est la masse attendue de blisters de cuivre ?

e- Expliquer la méthode utilisée pour avoir du cuivre très pur.

f- Peut-on utiliser le cuivre pour réduire certains oxydes métalliques?

Données :

- Constantes d'acidité de l'EDTA :

$pK_{a1} = 2,0$; $pK_{a2} = 2,7$; $pK_{a3} = 6,2$; $pK_{a4} = 10,3$.

- Masses atomiques ($g \cdot mol^{-1}$) :

$Mg = 24,31$; $S = 32,06$; $Cl = 35,45$; $Fe = 55,85$; $Cu = 65,55$; $Ag = 107,87$.

Examen de l'élément de module : Chimie Minérale Analytique
(Documents interdits, durée 1h 30 mn)

- Les réponses doivent être justifiées, claires et complètes.

Préparation du fer :

Le fer est extrait à haute température depuis une tour appelée haut-fourneau à partir d'un minerai M_0 renfermant 43,76 % de magnétite (Fe_3O_4). On mélange dans le haut-fourneau une tonne de minerai M_0 et 100 kg de carbone C. Lors de la réaction (R_0) effectuée à haute température, on obtient du fer métallique et du monoxyde de carbone CO. L'étude de la réaction (R_0) est faite dans le cadre de l'approximation d'Ellingham.

- 1- Définir la métallurgie, quel nom porte-t-elle dans ce traitement ?
- 2- Ecrire et équilibrer l'équation-bilan de la réaction (R_0) qui se produit dans le haut-fourneau, quel nom donne-t-on à ce type de réaction ?
- 3- Sachant que la réaction (R_0) n'est possible que pour des températures $T > T_0$, tracer les graphes des deux couples considérés sur le diagramme d'Ellingham. Que représente la température T_0 ?
- 4- Calculer les nombres de moles des 2 réactifs présents avant la réaction. Lequel reste en excès après la fin de la réaction ?
- 5- Calculer la masse de fer obtenu lorsque tout l'oxyde de fer a été consommé.
- 6- En fait le fer obtenu n'est pas pur, le mélange récupéré renferme 5 % d'impuretés.
 - a- Quelle est l'origine des impuretés ?
 - b- Calculer la masse obtenue.
- 7- Discuter la rentabilité économique de la préparation du fer à partir du minerai M_0 .
- 8- Proposer et expliquer un procédé de tri physique pour concentrer le minerai M_0 .
- 9- 0,548 g du minerai de fer (M_0) a été dissout dans HCl concentré pour donner un mélange de Fe^{2+} et Fe^{3+} . Ensuite, tout le fer a été oxydé sous forme de Fe^{3+} puis précipité sous forme d'oxyde hydraté $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ par addition de NH_3 . Après avoir été filtré et lavé, le résidu est calciné à haute température pour donner l'oxyde de fer Fe_2O_3 pur.
 - a- Expliquer pourquoi la forme précipitée est différente de celle pesée.
 - b- Calculer la masse attendue de l'oxyde de fer Fe_2O_3 .
- 10- Le fer présent dans une masse de 0,274 g de (M_0) a été transformé en ions Fe^{3+} puis complexé par une solution S_E de l'EDTA obtenue en dissolvant une masse de 19 g de $Na_2H_2Y \cdot 2H_2O$ pur dans un volume de 500 ml de l'eau distillée.
 - Citer les dispositions à prendre et calculer le volume V_0 de l'EDTA nécessaire pour complexer tous les ions Fe^{3+} .
 - Que se passe-t-il si à la solution dans le bécher on ajoute une solution contenant les ions Mg^{2+} ?

Données :

- Masses molaires ($g \cdot mol^{-1}$) : C = 12 ; O = 16 ; Fe = 55,85 ; M ($Na_2H_2Y \cdot 2H_2O$) = 372.

Examen de l'élément de module : Chimie Minérale Analytique
(Documents interdits, durée 1h 30 mn)

- Les réponses doivent être justifiées, claires et complètes.

CLUB NAJAH
UCD.FS. EL JADID
LE PRÉSIDENT

Exercice 1 :

La concentration de l'arsenic (As) dans un insecticide est déterminée par la méthode gravimétrique en le dissolvant dans de l'eau distillée puis en le précipitant sous forme de $\text{MgNH}_4\text{AsO}_4$ qui, après calcination à haute température, donnera le pyroarsenate $\text{Mg}_2\text{As}_2\text{O}_7$. La série de traitements chimiques et thermiques d'une masse de 1,627 g de l'insecticide a donné 106,5 mg de $\text{Mg}_2\text{As}_2\text{O}_7$.

- Sur quoi est basé la méthode gravimétrique ? Quel est dans ce cas l'analyte ?
- Est-ce que le pyroarsenate $\text{Mg}_2\text{As}_2\text{O}_7$ obtenu est amorphe ?
- Déterminer le pourcentage massique en arsenic (As) et en As_2O_3 dans l'insecticide.

Exercice 2 :

On considère un minerai sulfuré M_S contenant principalement la blende ZnS avec un taux massique de 12,36 %, et d'autres sulfures tels que FeS , CdS , PbS ... Une masse de 750 kg de ce minerai a subi une série de procédés de concentration avant d'être traitée thermiquement à la température 700 °C.

1. De quelle partie de l'écorce terrestre est extrait le minerai M_S ? Calculer le taux massique du zinc dans M_S puis la masse attendue de zinc pur après son extraction du minerai M_S (soit m_{th}).
2. Pour procéder à une séparation par flottation, la taille nécessaire des particules est d'environ 0,12 mm.
 - a- Quelle(s) opération(s) permet(tent) de réduire les dimensions des blocs du minerai M_S ? En donner le principe.
 - b- Pourquoi la flottation nécessite, dans ce cas, une taille de particules relativement faible ?
3. Lors de la réaction de grillage de la blende ZnS à 700 °C (R_G), la calcine obtenue présente 7 % d'impuretés.
 - a- Ecrire la réaction R_G et calculer la masse du produit obtenu.
 - b- Quelle est la nature des impuretés dans la calcine ?
4. Une série de traitements de la calcine par hydrométallurgie a permis d'avoir une solution S_0 contenant, en plus des ions Zn^{2+} , les ions Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} et Cd^{2+} .
 - a- Définir l'hydrométallurgie.
 - b- Quel(s) procédé(s) est (sont) utilisé(s) pour extraire le zinc métallique très pur à partir de la solution S_0 ? En donner le principe.
 - c- Le zinc obtenu finalement est très pur (99,995 %), quelle est, en ppm, la teneur des impuretés ? Pourquoi la masse obtenue de zinc m_{exp} est inférieure à la masse m_{th} ?
 - d- Quelles sont les utilisations principales du zinc ? Peut-on l'utiliser comme réducteur en métallurgie ?

Données :

- Masses molaires (g. mol^{-1}) : O = 16 ; Mg = 24,31 ; S = 32,07 ; Zn = 65,39 ; As = 74,92.
